

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-337081

(43)Date of publication of application : 22.12.1995

(51)Int.Cl. H02P 6/18  
H02P 6/12

(21)Application number : 06-128600 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

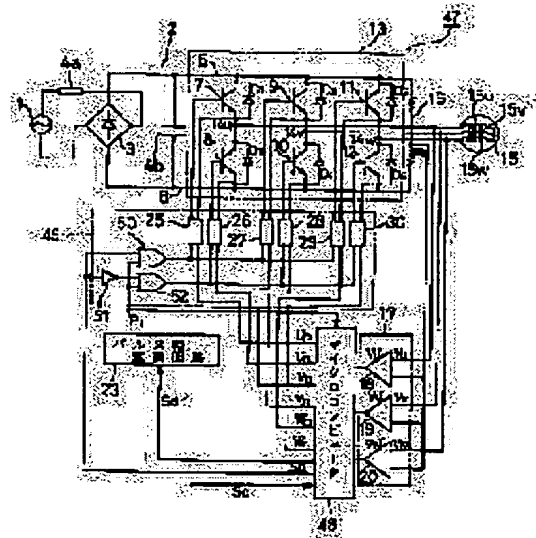
(22)Date of filing : 10.06.1994 (72)Inventor : NAGAI KAZUNOBU

## (54) INVERTER AND AIR-CONDITIONER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain an inverter for controlling a motor in which the load torque is detected and an abnormality is detected based on the magnitude of the load torque and the fluctuation thereof.

**CONSTITUTION:** At the time of commutation, conduction time of diode D1-D6 is detected thus detecting the commutation time. Since the fluctuation of commutation time is correlated with the fluctuation of load torque of a brushless motor 15, the conduction time is measured by comparing the terminal voltage  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$  of winding 15u-15w with a reference voltage thereby detecting the conduction state of the diode D1-D6. Since the load torque increase when the commutation time is long and decreases when the commutation time is short, the magnitude of load torque and the fluctuation thereof are determined based on the length of the commutation time thus determining an abnormality.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-337081

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 2 P 6/18  
6/12

H 0 2 P 6/ 02

3 7 1 S

3 7 1 D

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平6-128600

(22) 出願日 平成6年(1994)6月10日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 永井 一信

愛知県瀬戸市穴田町991番地 株式会社東

芝愛知工場内

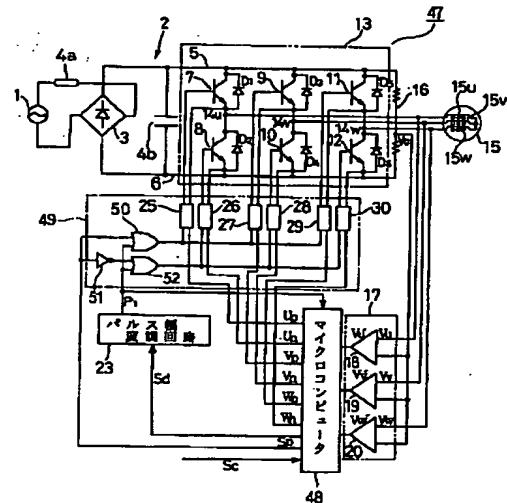
(74) 代理人 弁理士 佐藤 強

(54) 【発明の名称】 インバータ装置およびエアコンディショナ

(57) 【要約】

【目的】 モータを制御するインバータ装置において、負荷トルクを検出してその負荷トルクの大きさおよびその変動の大きさから異常の有無を判定する。

【構成】 転流時にダイオードD1～D6の通電時間を検出することにより転流時間を検出する。転流時間の変動はブラシレスモータ15の負荷トルクの変動と相関関係があるから、ダイオードD1～D6の通電状態を巻線15u～15wの端子電圧V<sub>u</sub>、V<sub>v</sub>、V<sub>w</sub>と基準電圧V<sub>0</sub>との比較により検出し、通電時間を測定する。そして、転流時間が長い場合には負荷トルクが大きく、短い場合には負荷トルクは小さいので、その転流時間の長短により負荷トルクの大小およびその変動の大小を判断し、これにより異常の有無を判定する。



- 7, 8, 11: 正逆スイッチング素子  
8, 10, 12: 負逆スイッチング素子  
13: スイッチング回路  
15: モータ  
17: 位置検出手段  
48: 電圧信号形成手段、転流時間検出手段  
トルク検出手段、異常判定手段  
49: 駆動手段

【特許請求の範囲】

【請求項1】 モータが有する複数相の巻線に順次通電するための、並列にダイオードを有する複数のスイッチング素子からなるスイッチング回路と、前記モータが有するロータの位置情報を得る位置検出手段と、前記位置情報に基づいて所定の転流タイミングに対応した通電信号を得る通電信号形成手段と、前記通電信号に基づいて前記スイッチング素子を駆動する駆動手段と、前記スイッチング素子の転流時に、前記巻線の蓄積エネルギーの放出による前記ダイオードの通電時間を検出し、この検出時間をスイッチング素子の転流時間とする転流時間検出手段と、前記位置情報と転流時間とに基づいて前記ロータの回転位置に対応した負荷トルク情報を得るトルク検出手段と、前記負荷トルク情報に基づいて異常を判定する異常判定手段とを設けたことを特徴とするインバータ装置。

【請求項2】 位置検出手段は、巻線の端子電圧と基準電圧とを比較し、その比較結果により位置情報を得る構成であることを特徴とする請求項1記載のインバータ装置。

【請求項3】 転流時間検出手段は、ダイオードの通電状態を、巻線の端子電圧と基準電圧との比較により検出する構成であることを特徴とする請求項1または2記載のインバータ装置。

【請求項4】 異常判定手段が異常と判定したとき、モータへの通電を停止する手段を設けたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のインバータ装置。

【請求項5】 コンプレッサ、室外側熱交換器、減圧装置、室内側熱交換器を冷媒通路により接続したヒートポンプを備え、前記コンプレッサのモータを請求項1ないし3のいずれかに記載のインバータ装置によって制御することを特徴とするエアコンディショナ。

【請求項6】 異常判定手段は、負荷トルク情報から負荷トルクの大きさと負荷トルクの変動の大きさを判断し、負荷トルクの大きさが小さく、負荷トルクの変動が小さいとき、冷媒通路の異常と判定することを特徴とする請求項5記載のエアコンディショナ。

【請求項7】 異常判定手段は、負荷トルク情報から負荷トルクの大きさと負荷トルクの変動の大きさを判断し、負荷トルクの大きさが小さく、負荷トルクの変動が小さいとき、冷媒通路の異常と判定することを特徴とする請求項5または6記載のエアコンディショナ。

【請求項8】 異常判定手段は、負荷トルク情報から負荷トルクの大きさと負荷トルクの変動の大きさを判断し、負荷トルクの大きさが大きく、負荷トルクの変動が大きいとき、コンプレッサの異常と判定することを特徴

とする請求項5ないし7のいずれかに記載のエアコンディショナ。

【請求項9】 異常判定手段の異常判定結果を報知する手段を備えていることを特徴とする請求項5ないし8のいずれかに記載のエアコンディショナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ブラシレスモータのような、複数の巻線を有するモータの各巻線をロータの所定の回転位置に対応する転流タイミングで順次通電するためのスイッチング回路を有するインバータ装置およびそのインバータ装置により制御されるエアコンディショナに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、エアコンディショナや冷蔵庫において、コンプレッサの能力可変や電力消費量の節約のために、直流モータの一種であるブラシレスモータを採用し、これをインバータ装置によって駆動することが行われている。ブラシレスモータの場合、通常、巻線の通電相を決定するためにロータの回転位置信号を必要とするが、エアコンディショナや冷蔵庫のコンプレッサのようにモータが冷媒に晒される等、モータの使用環境によっては位置検出センサーを配置することが困難な場合がある。このため、本願発明者等は、モータの巻線の誘起電圧を検出しこれを電氣的に処理することにより回転位置信号を得る技術を開発し、これを特願昭62-162654号として出願した。

【0003】以下、その出願の発明がパルス幅変調（以下、単にPWMと称する）方式で実施される場合を例にし、これを従来技術として図20～図22を参照しながら説明する。図20に示されたインバータ装置において、交流電源1に接続される直流電源回路2は、全波整流回路3、リアクトル4aおよび平滑用コンデンサ4bからなり、この直流電源回路2の正側直流電源線5と負側直流電源線6との間にはスイッチング回路としてスイッチング素子例えばスイッチング用トランジスタ7～12からなる三相ブリッジ回路13が接続され、その出力端子14u、14v、14wにブラシレスモータ15の各巻線15u、15v、15wの端子が接続される。

【0004】上記三相ブリッジ回路13において、正側直流電源線5と出力端子14u、14v、14wとの間に接続された3個のトランジスタ7、9、11は正側スイッチング素子に対応し、負側直流電源線6と出力端子14u、14v、14wとの間に接続された3個のトランジスタ8、10、12は負側スイッチング素子に対応している。これら各トランジスタ7～12が所定の順序でオンオフ制御されると、ブラシレスモータ15はその各巻線15u～15wが120度（電気角、以下同様）の位相差をもって順次繰返し通電されることにより回転駆動される。この場合、一つのトランジスタは120

度オン、240度オフのオンオフ周期で制御され且つオン期間では、図21に示すPWM信号P1によってデューティの制御がなされるので、ブラシレスモータ15の各巻線15u~15wの端子電圧Vu, Vv, Vwは図21に示す波形になる。

【0005】図22はPWM制御を伴わない場合の巻線15uの端子電圧Vuおよび電流Iuの波形を示す。この波形において、約60度(期間Ta)の区間に渡る傾斜部分は巻線15uの誘起電圧、細長い正負パルスは三相ブリッジ回路13の各トランジスタ7~12と並列に接続されたダイオードD1~D6によるパルス電圧、また、V0は直流電源線5、6間に接続された抵抗分圧回路16によって形成された基準電圧である。ここで、基準電圧V0は三相ブリッジ回路13の直流電源回路2の電圧の2分の1に設定されている。この図22から、転流タイミングは誘起電圧と基準電圧V0とがクロスする時点(以下、単にゼロクロス時点と称する)から約30度遅れていることが理解される。

【0006】前記端子電圧Vu, Vv, Vwは位置検出手段としての位置信号回路17に設けられたコンパレータ18~20によって前記基準電圧V0と比較されることにより、ブラシレスモータ15が有するロータの位置情報として図21に示すような端子電圧Vu~Vwの180度区間認識用の基本波信号Vu', Vv', Vw'に変換される。更にこれら基本波信号Vu', Vv', Vw'が通電信号形成手段としての波形合成回路21に与えられ、ここでPWM信号P1との照合により正パルス成分のみの時間幅180度の連続方形波からなり且つ互に120度の位相差を有する認識波形信号Ua, Va, Waに変換される。この認識波形信号Ua, Va, Waの開始点(立上り時点)および終了点(立下り時点)はゼロクロス時点に一致している。

【0007】更にこの波形合成回路21内では、これに保有された第1および第2のタイマー機能のうち、第1のタイマー機能によって前記3つの認識波形信号Ua, Va, Waから時間幅Tbが各々60度をもつ6個の第1の位相区分パターンX1~X6を形成し、更に第2のタイマー機能によって第1の各位相区分パターンX1~X6の終点を起点とする時間幅が各々30度をもつ6個の第2の位相区分パターンY1~Y6を形成する。そして、波形合成回路21は、最終的に上記のような第2の位相区分Y1~Y6信号から図21に示す通電信号Up, Un, Vp, Vn, Wp, Wnを合成する。

【0008】ここで、通電信号Up, Un, Vp, Vn, Wp, Wnの開始点は、第2の位相区分パターンY1~Y6の終点に一致しているので、ゼロクロス時点から30度遅れた時点となり、従って、これら通電信号Up, Un, Vp, Vn, Wp, Wnの位相パターンは、三相ブリッジ回路13のトランジスタ7~12に要求された転流タイミングパターンに一致することとなる。

【0009】一方、速度検出手段としての速度判定回路22は、波形合成回路21からブラシレスモータ15の回転速度検出信号として与えられた通電信号Wnと速度指令信号Scとから速度偏差を判定し、その速度偏差に対応したデューティ信号Sdを出力してこれをパルス幅変調回路23に与える。このパルス幅変調回路23はPWM信号P1のデューティをデューティ信号Sdの大きさに応じるように制御する。このようにデューティが制御されたPWM信号P1は駆動手段を構成するゲート回路24の各ゲート部25, 27, 29によって前記通電信号Up, Vp, Wp, と合成例えば論理積をとられながら三相ブリッジ回路13の正側トランジスタ7, 9, 11のベースにベース制御信号として供給されてこれらがPWM信号P1のオンオフモードでオンオフ制御される。また、負側トランジスタ8, 10, 12のベースには前記通電信号Un, Vn, Wnのみがゲート部26, 28, 30を介して供給されてPWMモードを伴わないオンオフ制御がなされる。この結果、トランジスタ7~12が通電信号Up~Wnにより図21に示すパターンでオンオフ制御されることによってブラシレスモータ15が駆動を継続すると共に図21に示されるPWM信号P1によるデューティ制御によってその速度制御がなされる。

【0010】ここで、PWM信号P1のオンモードとはそのパルス信号のハイレベルおよびロウレベルのうち、トランジスタをオンさせるレベル(図21ではハイレベルに設定)のモードをいい、オフモードとはトランジスタをオフさせるレベル(同ロウレベルに設定)のモードをいう。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】エアコンディショナでは、その故障の原因として、冷媒漏れや四方弁の故障などの冷媒配管不良、室内外の熱交換器の送風装置の不良、コンプレッサの不良等、様々な故障が考えられる。使用者がこれらの故障を見付けることは困難で、通常はそのまま運転が行われ、無駄な電力を消費したり、他の部分の故障を誘発したりする。また、使用者が異常に気付き、サービスマンを呼んだとしても、サービスマンが異常箇所を発見するまでに時間がかかる。

【0012】一方、エアコンディショナの異常を判定する方法として、運転経過と室内温度との関係から異常を判定することが考えられるが、これは異常箇所を見付けるという点では精度の低いものとなる。また、エアコンディショナでは、異常が発生すると、ブラシレスモータの負荷トルクが通常範囲から外れること、およびブラシレスモータでは電流と負荷トルクとに一定の関係があることを利用して、その直流電源線に電流検出回路を設け、その検出電流により負荷トルクを算定し、異常判定することが考えられるが、これでは電流検出回路を設けねばならずコスト高となる。

【0013】本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的は、モータの回転位置に対応した負荷トルク情報を得、その負荷トルクの大きさと負荷トルクの変動の大きさにより異常を判定することにより、異常が生じた場合にこれを早期に検出でき、しかも電流検出回路を設けずとも負荷トルク情報を得ることができ、更に異常箇所の判定を精度良く行うことができるインバータ装置およびエアコンディショナを提供するにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明のインバータ装置は、モータが有する複数相の巻線に順次通電するための、並列にダイオードを有する複数のスイッチング素子からなるスイッチング回路と、前記モータが有するロータの位置情報を得る位置検出手段と、前記位置情報に基づいて所定の転流タイミングに対応した通電信号を得る通電信号形成手段と、前記通電信号に基づいて前記スイッチング素子を駆動する駆動手段と、前記スイッチング素子の転流時に、前記巻線の蓄積エネルギーの放出による前記ダイオードの通電時間を検出し、この検出時間をスイッチング素子の転流時間とする転流時間検出手段と、前記位置情報と転流時間とに基づいて前記ロータの回転位置に対応した負荷トルク情報を得るトルク検出手段と、前記負荷トルク情報に基づいて異常を判定する異常判定手段とを設けたものである。

【0015】この場合、位置検出手段は、巻線の端子電圧と基準電圧とを比較し、その比較結果により位置情報を得る構成とすることができ、転流時間検出手段は、ダイオードの通電状態を、巻線の端子電圧と基準電圧との比較により検出する構成とすることができる。また、異常判定手段が異常と判定したとき、モータへの通電を停止する手段を設けることが好ましい。

【0016】本発明のエアコンディショナは、コンプレッサ、室外側熱交換器、減圧装置、室内側熱交換器を冷媒通路により接続したヒートポンプを備え、コンプレッサのモータを上記のインバータ装置によって制御することを特徴とするものである。

【0017】この場合、異常判定手段は、負荷トルク情報から負荷トルクの大きさと負荷トルクの変動の大きさを判断し、負荷トルクが小さく、負荷トルクの変動が小さいとき、冷媒通路の異常と判定し、負荷トルクが小さく、負荷トルクの変動が小さいとき、冷媒通路の異常と判定し、負荷トルクが大きく、負荷トルクの変動が大きいとき、コンプレッサの異常と判定することができる。また、本発明のエアコンディショナでは、異常判定手段の異常判定結果を報知する手段を設けることができる。

【0018】

【作用】ロータが一定の速度で回転しているとき、モータの負荷トルクが大きくなると、巻線電流が増大し、該

巻線の蓄積エネルギーが増加する。このため、スイッチング素子の転流時において、巻線に蓄積されたエネルギーの放出に要する時間が長くなる。このとき、巻線の蓄積エネルギーの放出により流れる電流はダイオードを通過して巻線に還流するので、ダイオードの通電時間と負荷トルクとは一定の関係を有することとなる。

【0019】従って、上記手段を採用した本発明のインバータ装置によれば、転流時のダイオードの通電時間すなわち転流時間を検出し、この転流時間とロータの位置情報とからロータの回転位置に応じた負荷トルク情報を得るので、異常が発生した場合、その負荷トルク情報に基づいてその異常を早期に検出することができる。

【0020】この場合、巻線の端子電圧と基準電圧とを比較し、その比較結果によりロータの位置情報を得る構成とすることにより、位置検出センサを設ける必要がなくなる。また、ダイオードの通電状態を巻線の端子電圧と基準電圧との比較により検出する構成とした場合には、電流検出回路を設けずともダイオードの通電状態を検出できる。更に、異常判定手段が異常と判定したとき、モータへの通電を停止する構成とすることにより、異常状態のままモータの運転が継続されることがない。

【0021】従って、上述のようなインバータ装置によりコンプレッサのモータが制御される本発明のエアコンディショナでは、異常が発生した場合、これを早期に検出し、冷暖房運転を停止させることができる。また、負荷トルクの大きさと負荷トルクの変動の大きさから、冷媒通路、室内外の熱交換器の送風装置の不良、コンプレッサの不良と判定する構成とした場合には、異常箇所を発見し易くなる。

【0022】

【実施例】以下、本発明をエアコンディショナに適用した一実施例につき図1～図16を参照しながら説明するが、図20と同一部分に同一符号を付して異なる部分についての説明を省略する。図3には、コンプレッサのモータとしてブラシレスモータを採用したエアコンディショナが示されている。同図において、ヒートポンプ31のコンプレッサ32は、圧縮部33とブラシレスモータ15を同一の鉄製密閉容器34内に収容して構成され、ブラシレスモータ15のロータシャフトが圧縮部33に連結されている。コンプレッサ32、四方弁35、室内側熱交換器36、減圧装置37、室外側熱交換器38は冷媒通路たるパイプにより閉ループとなるように接続されている。なお、この実施例では、ブラシレスモータ15のロータが有する界磁用永久磁石は4極のものとする。

【0023】暖房時には、四方弁35は実線で示す状態にあり、コンプレッサ32の圧縮部33で圧縮された高温冷媒は、四方弁35から室内側熱交換器36に供給されて凝縮し、その後、減圧装置37で減圧され、低温となって室外側熱交換器38に流れ、ここで蒸発してコンプレッサ32へと戻る。冷房時には、四方弁35は破線

で示す状態に切り替えられる。このため、コンプレッサ 32 の圧縮部 33 で圧縮された高温冷媒は、四方弁 35 から室外側熱交換器 38 に供給されて凝縮し、その後、減圧装置 37 で減圧され、低温となって室内側熱交換器 36 に流れ、ここで蒸発してコンプレッサ 32 へと戻る。そして、室内側、室外側の各熱交換器 36、38 にはそれぞれ送風装置 39、40 から風が送られるようになっていて、その送風により各熱交換器 39、40 と室内空気、室外空気の熱交換が効率良く行われるように構成されている。

【0024】ここで、コンプレッサ 32、四方弁 35、減圧装置 37、室外側熱交換器 38 および送風装置 40 は室外機 41 として構成され、室内側熱交換器 36 および送風装置 39 は室内機 42 として構成されている。室内機 42 にはエアコンディショナ全体を統括制御するマイクロコンピュータ 43、冷房、暖房、除湿等の運転の選択、温度の設定等を行うための操作部 44、選択された運転、設定された温度等の表示を行う表示部 45 が設けられている。そして、室外機 42 と室内機 41 とは通信線 46 により接続されている。

【0025】このようなエアコンディショナのブラシレスモータ 15 は図 1 に示すインバータ装置 47 により制御される。なお、このインバータ装置 47 は室外機 41 に設けられている。インバータ装置のマイクロコンピュータ 48 は通電手段形成手段として機能し、図 20 に示された従来のインバータ装置の波形合成回路 21 と同等の通電信号形成機能を有する他、選択信号形成手段としても機能し、図 2 に示すように、通電信号  $U_p$ 、 $U_n$ 、 $V_p$ 、 $V_n$ 、 $W_p$ 、 $W_n$  の切替わり時に変化、すなわちハイ (H)・ロー (L) のレベル関係が反転する選択信号  $S_p$  を形成するようになっている。

【0026】選択信号  $S_p$  は正側トランジスタ 7、9、11 間で転流が生じた場合には、そのときにオン期間にある負側トランジスタを PWM 信号  $P1$  のオンオフモードに従いオンオフ制御すると共に、負側トランジスタ 8、10、12 間で転流が生じた場合には、そのときにオン期間にある正側トランジスタを PWM 信号  $P1$  のオンオフモードに従いオンオフ制御するためのもので、正側トランジスタ 7、9、11 間で転流が生ずる場合には、ロウレベルからハイレベルに反転し、負側トランジスタ 8、10、12 間で転流が生ずる場合には、ハイレベルからロウレベルに反転する。

【0027】そして、選択信号  $S_p$  は、図 1 に示すように、駆動手段としてのゲート回路 49 のオア回路 50 に与えられると共に、ノット回路 51 により反転されてオア回路 52 に与えられ、それら両オア回路 50、52 により PWM 信号  $P1$  と論理和をとられながら各ゲート部 25～30 に与えられる。また、通電信号  $U_p$ 、 $U_n$ 、 $V_p$ 、 $V_n$ 、 $W_p$ 、 $W_n$  は各ゲート部 25～30 に与えられ、ここでオア回路 50、52 の出力信号と論理積を

とられながら三相ブリッジ回路 13 の各トランジスタ 7～12 のベースにベース制御信号として与えられる。

【0028】ここで、選択信号  $S_p$  がロウレベルにあるときには、正側トランジスタ 7、9、11 に対応するオア回路 50 は PWM 信号  $P1$  と同一モードでハイレベルおよびロウレベルの両信号を繰返し出力し、負側トランジスタ 8、10、12 に対応するオア回路 52 は常時ハイレベル信号を出力するから、実質的に正側トランジスタ 7、9、11 は PWM 信号  $P1$  および通電信号  $U_p$ 、 $V_p$ 、 $W_p$  によりオンオフ制御され、負側トランジスタ 8、10、12 は通電信号  $U_n$ 、 $V_n$ 、 $W_n$  によりオンオフ制御されることとなる。

【0029】選択信号  $S_p$  がハイレベルにあるときには、オア回路 50、52 は上述とは逆の出力状態となるから、実質的に正側トランジスタ 7、9、11 は通電信号  $U_p$ 、 $V_p$ 、 $W_p$  によりオンオフ制御され、負側トランジスタ 8、10、12 は PWM 信号  $P1$  および通電信号  $U_n$ 、 $V_n$ 、 $W_n$  によりオンオフ制御されることとなる。このようにして正側トランジスタ 7、9、11 および負側トランジスタ 8、10、12 が交互に PWM 信号  $P1$  のオンオフモードによってオンオフ制御される結果、端子電圧  $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ 、および基本波信号  $V_u^*$ 、 $V_v^*$ 、 $V_w^*$  は図 2 に示す波形となる。

【0030】また、前記マイクロコンピュータ 48 はスイッチング用トランジスタ 7～12 の転流時にその転流時間を検出し、その転流時間からブラシレスモータ 15 の負荷トルク情報を得るように構成されている。この実施例では、その転流時間をスイッチング用トランジスタ 7～12 と並列接続されているダイオード  $D1 \sim D6$  の通電時間を計測することにより検出するように構成されている。このように、ダイオード  $D1 \sim D6$  の通電時間を計測することにより転流時間を検出でき、その転流時間の変化から負荷トルクの変動を検出できる理由は次の通りである。

【0031】すなわち、ブラシレスモータ 15 が一定速度で回転しているとき、負荷トルクが変動してロータの回転速度が変化すると、巻線  $15u$ 、 $15v$ 、 $15w$  に流れる電流が変化し、その蓄積エネルギーが変化する。このため、スイッチング用トランジスタ 7～12 の転流時において、巻線  $15u$ 、 $15v$ 、 $15w$  に蓄積されたエネルギーの放出に要する時間 (転流時間) が変化する。このとき、巻線  $15u$ 、 $15v$ 、 $15w$  の蓄積エネルギーの放出により流れる電流はダイオード  $D1 \sim D6$  を通って巻線に還流するので、ダイオード  $D1 \sim D6$  の通電時間を検出することによりスイッチング用トランジスタ 7～12 の転流時間を検出することができると共に、その転流時間と負荷トルクとは一定の関係を有することとなるので、転流時間の変化により負荷トルクの変動を検出できるものである。

【0032】ちなみに、図 4 および図 5 にブラシレスモ

ータ15の回転速度、巻線15u, 15v, 15wへの印加電圧、ダイオードD1～D6の通電時間（転流時間）、負荷トルクの実験により求めた結果を示す。なお、印加電圧は直流電源回路2の出力電圧とPWM信号P1のデューティとの積である。この図4および図5から転流時間と負荷トルクとは一定の関係を有することが理解される。また、回転数一定の条件のもとで、転流時間を検出することにより、負荷トルクの大きさを判断できることが理解される。

【0033】この実施例では、ダイオードD1～D6が通電中にあることの認識は巻線15u, 15v, 15wの端子電圧 $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$ と基準電圧 $V_0$ との比較により行うようにしている。ここで、ダイオードD1～D6が通電中にあることを、巻線15u, 15v, 15wの端子電圧 $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$ と基準電圧 $V_0$ との比較結果である基本波信号 $V_u'$ ,  $V_v'$ ,  $V_w'$ によって認識できる理由を説明する。

【0034】ダイオードD1～D6が通電中にある場合の基本波信号 $V_u'$ ,  $V_v'$ ,  $V_w'$ のレベルは、転流するトランジスタによって異なる。図11～図13は負側トランジスタ8, 10, 12のいずれかがオン期間にあるとき、正側トランジスタ7, 9, 11のうち2つのトランジスタ間で転流が行われる場合（図2の第2の位相区分パターンY1, Y3, Y5の終了時点）の一例として、第2の位相区分パターンY3の終了時点での転流、すなわち負側トランジスタ12がオン期間にあるとき、正側トランジスタ7のオン期間が終了（オフ期間が開始）し、正側トランジスタ9のオン期間が開始される場合を例に取って示しており、図11は転流前、図12は転流中、図13は転流後を示す。

【0035】図11の転流前（トランジスタ7がPWM信号P1によりオンオフ制御され、トランジスタ12はオン状態のまま）、PWM信号P1によるトランジスタ7のオン時には、矢印A1で示すように、正側直流電源線5→トランジスタ7→巻線15u→巻線15w→トランジスタ12→負側直流電源線6の経路で電流が流れる。PWM信号P1によるトランジスタ7のオフ時には、矢印A2で示すように、巻線15u, 15wの蓄積エネルギーの放出による電流が巻線15u→巻線15w→トランジスタ12→負側直流電源線6→ダイオードD2→巻線15uの経路で流れる。

【0036】トランジスタ7がオフ期間に入り、トランジスタ9がオン期間に入ることにより転流が開始されると（トランジスタ12がPWM信号P1によりオンオフ制御され、トランジスタ9はオン状態のまま）、PWM信号P1によるトランジスタ12のオン時には、直流電源回路2の電圧印加により、図12（a）に矢印A3で示すように、正側直流電源線5→トランジスタ9→巻線15v→巻線15w→トランジスタ12→負側直流電源線6の経路で新たな電流が流れ始めると共に、この転流

開始の直前まで通電期間にあった巻線15uの蓄積エネルギーの放出による電流が図11の矢印A2で示す経路と同じ経路で流れる。

【0037】PWM信号P1によるトランジスタ12のオフ時には、図12（b）に矢印A4で示すように、巻線15v, 15wの蓄積エネルギーの放出による電流が巻線15v→巻線15w→ダイオードD5→正側直流電源線5→トランジスタ9→巻線15vの経路で流れると共に、矢印A5で示すように、巻線15uの蓄積エネルギーの放出による電流が巻線15u→巻線15w→ダイオードD5→正側直流電源線5→平滑用コンデンサ4b→ダイオードD2→巻線15uの経路で流れる。そして、矢印A5で示す経路を流れる電流は巻線15uの蓄積エネルギーの放出により次第に減少し、その電流がゼロとなったところで転流が終了する。

【0038】転流後は、図13で示すようにPWM信号P1によるトランジスタ12のオン時には、図12

（a）に矢印A3で示す経路と同じ経路で電流が流れ、PWM信号P1によるトランジスタ12のオフ時には、図12（b）に矢印A4で示す経路と同じ経路で電流が流れる。

【0039】このような転流時期におけるPWM信号P1、端子電圧 $V_u$ および基本波信号 $V_u'$ を図14に示す。なお、図14において、 $t_s$ は転流開始時、 $t_e$ は転流終了時を示し、同図（a）はPWM信号P1がハイレベル状態（トランジスタ12のオン）にあるときに転流が終了した場合、（b）はPWM信号P1がロウレベル状態（トランジスタ12のオフ）にあるときに転流が終了した場合を示す。 $t_s$ から $t_e$ までの転流中、巻線15uの端子電圧 $V_u$ は、ダイオード12のオン・オフいずれの状態でもダイオードD2が導通している（図12の矢印A2、A5参照）ことにより負側直流電源線6の電位のまま維持される。そして、トランジスタ9がオンのままにあることにより、PWM信号P1がハイレベル状態にあるとき転流が終了すると、端子電圧 $V_u$ には誘起電圧が現れ、PWM信号P1がロウレベル状態にあるとき転流が終了すると、端子電圧 $V_u$ には正側直流電源線5の電圧が現れる。

【0040】しかし、転流に要する時間は短く、転流は誘起電圧が基準電圧 $V_0$ を越えている間に終了するから、端子電圧 $V_u$ と基準電圧 $V_0$ との比較結果である基本波信号 $V_u'$ は、PWM信号P1のレベルとは関係なく、転流が終了するとハイレベルに変化する。従って、転流開始時 $t_s$ （通電信号 $U_p$ ,  $V_p$ の切り替え時点）から基本波信号 $V_u'$ がロウレベルにある間を転流中の期間と認識でき、その期間の時間を計測することにより、転流時間を検出することができるものである。以上は第2の位相区分パターンY3の終了時点での転流につき説明したが、第2の位相区分パターンY1およびY5の終了時点での転流中にあることの認識は同様に転

流開始時点から基本波信号 $V_w$  および $V_v$  がロウレベルにある間を転流期間と認識でき、その期間の時間計測により転流時間を検出できるものである。

【0041】一方、図15および図16は正側トランジスタ7, 9, 11のいずれかがオン期間にあるとき、負側トランジスタ8, 10, 12のうち2つのトランジスタ間で転流が行われる場合(図2の第2の位相区分パターンY2, Y4, Y6)の一例として、第2の位相区分パターンY4の終了時点での転流、すなわち正側トランジスタ9がオン期間にあるとき、負側トランジスタ12のオン期間が終了(オフ期間が開始)し負側トランジスタ8のオン期間が開始される場合を例に取って示しており、転流前の状態は図13と同一の状態であるから図示を省略し、図15に転流中、図16に転流後の状態を示す。

【0042】転流前は図13に示すように、PWM信号P1によるトランジスタ12のオン時には、矢印A3の経路で電流が流れ、PWM信号P1によるトランジスタ12のオフ時には、矢印A4の経路で電流が流れる。

【0043】トランジスタ12がオフ期間に入り、トランジスタ8がオン期間に入ることにより転流が開始されると(トランジスタ9がPWM信号P1によりオンオフ制御され、トランジスタ8はオン状態のまま)、PWM信号P1によるトランジスタ9のオン時には、直流電源回路2の電圧印加により、図15(a)に矢印A6で示すように、正側直流電源線5→トランジスタ9→巻線15v→巻線15u→トランジスタ8→負側直流電源線6の経路で新たな電流が流れ始めると共に、巻線15wの蓄積エネルギーの放出による電流が図13の矢印A4で示す経路と同じ経路で流れる。

【0044】PWM信号P1によるトランジスタ9のオフ時には、図15(b)に矢印A7で示すように、巻線15v, 15uの蓄積エネルギーの放出による電流が巻線15v→巻線15u→トランジスタ8→負側直流電源線6→ダイオードD4→巻線15vの経路で流れると共に、矢印A8で示すように、巻線15wの蓄積エネルギーの放出による電流が巻線15w→ダイオードD5→正側直流電源線5→平滑用コンデンサ4b→負側直流電源線6→ダイオードD4→巻線15v→巻線15wの経路で流れる。そして、矢印A8で示す経路を流れる電流は

巻線15wの蓄積エネルギーの放出により次第に減少し、その電流がゼロとなったところで転流が終了する。転流後は、図16に示すようにPWM信号P1によるトランジスタ9のオン時には、図15(a)に矢印A6で示す経路と同じ経路で電流が流れ、PWM信号P1によるトランジスタ9のオフ時には、図15(b)に矢印A7で示す経路と同じ経路で電流が流れる。

【0045】このような転流時期において、転流中、巻線15wの端子電圧 $V_w$ は、トランジスタ9のオン・オフいずれの状態でもダイオードD5が導通している(図15の矢印A4, A8参照)ことにより、トランジスタ9のオンオフ状態に関係なく正側直流電源線5の電位のまま維持される。そして、トランジスタ8がオンのままにあることにより、PWM信号P1がハイレベル状態にあるとき転流が終了すると、端子電圧 $V_w$ には誘起電圧が現れ、PWM信号P1がロウレベル状態にあるとき転流が終了すると、端子電圧 $V_w$ には負側直流電源線6の電圧が現れることとなる。

【0046】しかし、転流に要する時間は短く、転流は誘起電圧が基準電圧 $V_0$ を下回っている間に終了するから、端子電圧 $V_w$ と基準電圧 $V_0$ との比較結果である基本波信号 $V_w$ は転流中ハイレベルを維持し、転流が終了するとロウレベルに変化する。従って、転流開始時(通電信号 $U_p$ ,  $V_p$ の切り替え時点)から基本波信号 $V_w$ がハイレベルにある間が転流中の期間であると認識でき、その期間の時間を計測することにより、転流時間を検出することができるものである。以上は第2の位相区分パターンY4の終了時点での転流につき説明したが、第2の位相区分パターンY2およびY6の終了時点での転流中にあることの認識は同様にして転流開始時点から基本波信号 $V_v$  および $V_u$  がハイレベルにある間を転流期間と認識でき、その期間の時間計測により転流時間を検出できるものである。

【0047】以上のことから、第2の位相区分パターンY1~Y6の終了時点の転流中における基本波信号 $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$ のハイ(H)、ロウ(L)のレベルは次の表1のようになる。

【0048】

【表1】

Y1終了時点の転流期間	$V_w$ のL期間
Y2終了時点の転流期間	$V_v$ のH期間
Y3終了時点の転流期間	$V_u$ のL期間
Y4終了時点の転流期間	$V_w$ のH期間
Y5終了時点の転流期間	$V_v$ のL期間
Y6終了時点の転流期間	$V_u$ のH期間

【0049】そして、各第2の位相区分パターンY1~Y6の終了時点での転流中における基本波信号 $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$ は表1の状態から反転するので、各第1の位相区分パターンX1~X6内で転流を終了した



時点での各基本波信号 $Vu'$ 、 $Vv'$ 、 $Vw'$ のハイ、ロウのレベル関係は次の表2のようになる。

【0050】

【表2】

第1の位相区分パターン	$Vu'$	$Vv'$	$Vw'$
X1	H	L	H
X2	H	L	L
X3	H	H	L
X4	L	H	L
X5	L	H	H
X6	L	L	H

【0051】さて、マイクロコンピュータ48は、ブラシレスモータ15の各巻線15u、15v、15wの誘起電圧を含む端子電圧 $Vu$ 、 $Vv$ 、 $Vw$ と基準電圧 $V0$ とがクロスする時点（ゼロクロス時点）を検出し、その時点から30度遅れた時点を転流タイミングする。そして、ゼロクロス時点を検出するとき、転流時にダイオー

ドD1～D6に電流が流れることによるパルス電圧が基準電圧 $V0$ とクロスする時点ゼロクロス時点と誤認識することを防止するために、マイクロコンピュータ48は転流終了検出手段として機能し、上記表2の各信号のレベル関係によって転流が終了したと検出した時点から各第1の位相区分パターンX1～X6の開始時点までを特定期間 $T_i$ と認識し、この特定期間 $T_i$ 内においてコンパレータ18～20からの基本波信号 $Vu'$ 、 $Vv'$ 、 $Vw'$ をゼロクロス時点の検出ために入力する。

【0052】マイクロコンピュータ48によるゼロクロス時点の認識は、基本波信号 $Vu'$ 、 $Vv'$ 、 $Vw'$ およびPWM信号P1と位置検出用比較データとの比較により行われる。位置検出用比較データは、次の表3に示すように、第1の位相区分パターンX1～X6毎に、基本波信号 $Vu'$ 、 $Vv'$ 、 $Vw'$ およびPWM信号P1のハイ（H）、ロウ（L）のレベルモードとして構成されている。

【0053】

【表3】

第1の位相区分パターン	$Vu'$	$Vv'$	$Vw'$	P1
X1	H	L	L	H
X2	H	H	L	H
X3	L	H	L	H
X4	L	H	H	H
X5	L	L	H	H
X6	H	L	H	H

【0054】なお、表3のレベル関係は前記表2のレベル関係と共に各第1の位相区分パターンX1～X6と関連付けてマイクロコンピュータ48が有するメモリに記憶されている。また、マイクロコンピュータ48は、上述のようにして計測される転流時間から負荷トルク情報を得るトルク検出手段としても機能する。この実施例では、マイクロコンピュータ48はブラシレスモータ15を一定の回転数例えば10rpsとなるように制御しながら、そのロータの回転位置に関連付けたトルク情報を得るようにしている。

【0055】具体的には、前記コンプレッサ32はブラシレスモータ15の1回転当たり1回の圧縮作用を呈するので、ブラシレスモータ15の負荷トルクは図10に示すように1回転を1周期として周期的に変動する。一方、本実施例のブラシレスモータ15は3相4極のモータであるので、その1回転は第1の位相区分パターンX1～X6の2周期分に相当する。そこで、ブラシレスモ

ータ15の1回転を各第1の位相区分パターンX1～X6に一致する12区に区分し、各区に存する転流時の転流時間をそのまま負荷トルク情報として図示しないメモリに記憶するように構成されている。

【0056】この場合、マイクロコンピュータ48は上記12区すなわち2周期分の各第1の位相区分パターンX1～X6について過去4回転の転流時間 $t_a \sim t_d$ をテーブル化してメモリに記憶する。そして、2周期分の各第1の位相区分パターンX1～X6毎に4回転分の転流時間 $t_a \sim t_d$ の平均時間 $T1 \sim T12$ 、および平均転流時間 $T1 \sim T12$ の平均である総平均転流時間 $T_{ave}$ を求め、それらも転流時間テーブルに記憶するようにしている。この転流時間テーブルを概念的に表すと次の表4のようになる。

【0057】

【表4】

第1の位相 区分パターン	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X1	X2	X3	X4	X5	X6
ロータ1回転の 区割り	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
転流時間 今回					ta							
転流時間 前回					tb							
転流時間 前々回					tc							
転流時間 前々々回					td							
平均	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
総平均	Tave											

【0058】そして、マイクロコンピュータ48は、図示しないメモリに図5に示す回転数10 rpsについての転流時間と負荷トルクとの関係をテーブル化して保有しており、上述の総平均転流時間Taveから2周期分の各第1の位相区分パターン区X1～X6の平均の負荷トルクの大きさTqを求めると共に、平均転流時間T1～T12の最大値と最小値の負荷トルクを求めてその差を演算しこれを負荷トルクの変動の大きさTqxとするように構成されている。

【0059】更に、マイクロコンピュータ48は、上述のようにして求めた負荷トルクの大きさTqと負荷トルクの変動の大きさTqxとからエアコンディショナの異常の有無を判定する異常判定手段として機能する。すなわち、図6はブラシレスモータ15の回転数が10 rpsのときの負荷トルクの大きさと負荷トルクの変動の大きさを示しており、同図において実線A～Cに囲まれた範囲は正常、実線Aの外側のa領域は冷媒漏れ、四方弁35の異常など冷媒通路に起因した異常が生じた場合、実線Bの外側のb領域は室内外の熱交換器36、38の送風装置39、40の回転異常や障害物の存在により送風量不足などの送風装置39、40に関する異常が生じた場合、実線Cの外側のc領域はコンプレッサ32のシリンダの「かじり」やブラシレスモータ15の減磁などコンプレッサ32に関する異常が生じた場合を示す。なお、図6は実験により求めた結果である。

【0060】そして、図6に示す負荷トルクの大きさ、その変動の大きさと正常範囲、異常範囲との関係、および上述の各異常内容との関係は図示しないメモリにテーブル化して記憶されており、マイクロコンピュータ48は前記Tq、Tqxをこの異常判定データテーブルと照合して異常の有無および異常原因を判定するように構成

されている。

【0061】次に上記構成の作用を図7～図9に示すフローチャートに従って説明する。図7はブラシレスモータ15の通常制御における回転数制御を示すフローチャートであり、図8に示すフローチャートの実行を妨げない範囲でブラシレスモータ15の一回転に1度実行される。この回転数制御において、室内機42のマイクロコンピュータ43は操作部44により設定された温度、図示しない室内側および室外側の各温度センサの検出温度によりブラシレスモータ15の回転数を決定し、これを速度指令信号Scとして通信線46を介して室外機41に送信する。マイクロコンピュータ48は、まずステップSAで通信線46を通じて送られてくる速度指令信号Scを読み込んで指令回転数Ncを求め、ステップSBでロータの回転数Nを検出する。なお、回転数Nは後述する第1の移送区分パターンX1～X6を過去12回分積算することにより求めるようにしている。

【0062】次に、マイクロコンピュータ48は、ステップSCで下記(1)式によりデューティDを演算し、そのデューティDの信号Sdをパルス幅変調回路23に与える。そして、パルス幅変調回路23は信号SdよりPWM信号P1のデューティをDの大きさに制御し、これによりブラシレスモータ15が室内機42のマイクロコンピュータ43により決定された回転数となるように制御される。

$$D = D + K_p (N_c - N) \dots\dots (1)$$

ただし、Kpは定数である。

【0063】一方、図8は転流タイミングの決定と転流時間検出のためのフローチャートを示す。同図8に示すフローチャートにおいて、今、第1の位相区分パターンX1～X6のうち、或る区数の第1の位相区分パターン

の特定期間  $T_i$  に入ったとすると、マイクロコンピュータ 48 は、ステップ S 1 で現在進行中の区数の第 1 の位相区分パターンの位置検出用比較データ (表 3 参照) をロードし、特定期間  $T_i$  において入力される基本波信号  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$  および PWM 信号 P1 のハイ・ロウの状態を比較データと比較するステップ S 2 を実行する。そして、誘起電圧と基準電圧  $V_0$  とがクロスすると、基本波信号  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$  および PWM 信号 P1 のハイ・ロウのレベル状態が比較データと一致するので (ステップ S 2 で「YES」)、次の区数の第 1 の位相区分パターンの開始となり、終了した第 1 の位相区分パターンの所要時間  $T_b$  (第 1 のタイマー機能の計測時間) をロードすると共に、開始された第 1 の位相区分パターンの所要時間を計測するために第 1 のタイマー機能を再スタートさせる (ステップ S 3)。

【0064】ここで明らかなように、第 1 のタイマー機能 (第 1 のタイマー手段) は各区数の第 1 の位相区分パターンの開始と共にタイムカウントを開始し、その第 1 の位相区分パターンの終了 (次の区数の第 1 の位相区分パターンの開始) と共にタイムカウントを終了することを繰り返す。従って、第 1 のタイマー機能はゼロクロス時点から次のゼロクロス時点までの時間 (60 度相当時間) をカウントすることとなる。

【0065】そして、次のステップ S 4 で第 2 の位相区分パターンの時間 (第 2 のタイマー機能が計測すべき時間  $Y_1 \sim Y_6$ ) を  $T_b/2$  の式により演算し (演算手段)、第 2 のタイマー機能 (第 2 のタイマー手段) をスタートさせる。これにより、転流タイミングがゼロクロス時点から 30 度遅れた時点に設定されたこととなる。

【0066】次に、マイクロコンピュータ 48 は、図示しないメモリに記憶した第 1 の位相区分パターンの区数をインクリメントし (ステップ S 5)、新たに開始された第 1 の位相区分パターンの区数に設定すると共に、図示しないメモリに記憶された転流時間テーブルの区割り数をインクリメントし、新たに開始された第 1 の位相区分パターンの区数に対応した区割り数に設定する (ステップ S 6)。

【0067】以上のことを具体的に例を挙げて説明するに、今、区数  $X_1$  の第 1 の位相区分パターンの特定期間  $T_i$  に入ったとすると、マイクロコンピュータ 48 は表 3 の区数  $X_1$  の位置検出用比較データ  $V_u = H$ ,  $V_v = L$ ,  $V_w = L$ ,  $P1 = H$  をロードし (ステップ S 1)、基本波信号  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$  および PWM 信号 P1 のハイ・ロウの状態と比較する (ステップ S 2)。そして、両者が一致すると、次の区数  $X_2$  の開始となり、マイクロコンピュータ 48 は終了した区数  $X_1$  の所要時間  $T_b$  をロードすると共に開始された区数  $X_2$  の所要時間を計測するために第 1 のタイマー機能をスタートさせる (ステップ S 3)。次にマイクロコンピュータ 48 は第 2 の位相区分パターン  $Y_2$  の時間を演算し第

2 のタイマー機能をスタートさせ (ステップ S 4)、メモリに記憶した区数  $X_1$  を新たに開始された区数  $X_2$  に設定すると共に (ステップ S 5)、転流時間テーブルの区割り数を「2」に設定する (ステップ S 6) というものである。

【0068】さて、第 2 のタイマー機能が ( $T_b/2$ ) のカウントを終了すると (ステップ S 7 で「YES」)、この終了時点が転流タイミングとなるから、次のステップ S 8 で通電信号を切替える。次いで、マイクロコンピュータ 48 は、転流時間を計測するために、第 3 のタイマー機能 (第 3 のタイマー手段) をスタートさせると共に (ステップ S 9)、転流終了時点を検出するために現在の第 1 の位相区分パターン内の転流終了検出用比較データ (表 2 参照) をロードし (ステップ S 10)、基本波信号  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$  のハイ・ロウのレベル状態を比較データと比較する (ステップ S 11)。

【0069】転流が終了すると、基本波信号  $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$  および PWM 信号 P1 のハイ・ロウのレベル状態が比較データと一致するので (ステップ S 11 で「YES」)、マイクロコンピュータ 48 はこの時点で転流終了を検出し、第 3 のタイマー機能が計測した時間、すなわち転流時間  $t_x$  ( $x$  は現在の第 1 の位相区分パターンの区数) をロードする (ステップ S 12)。そして、次に転流時間テーブルの作成指令が出されているか否かを判断し (ステップ S 13)、作成指令が出されていない場合には (ステップ S 13 で「NO」)、転流終了の検出により特定期間  $T_i$  に入ったことを認識するから、ステップ S 5 でインクリメントされた現在区数の第 1 の位相区分パターンの位置検出用データをロードするステップ S 1 に戻り、以後上述した動作を繰り返す。

【0070】また、転流時間テーブルの作成指令が出されている場合には (ステップ S 13 で「YES」)、ステップ S 14 に移行して転流時間  $t_x$  を転流時間テーブルのうちステップ S 6 でインクリメントされた区割りに書き込む。続いて転流時間テーブルが完成したか否かを判断し (ステップ S 15)、完成していなければ (ステップ S 15 で「NO」)、ステップ S 1 に戻り以後ステップ S 1 ～ステップ S 15 までの動作を繰り返す。そして、転流時間テーブルが完成すると、ステップ S 15 で「YES」となり、次のステップ S 16 で転流テーブル完成フラグをセットしてステップ S 1 に戻り、以後ステップ S 1 ～ステップ S 16 の動作を繰り返すようになる。なお、転流時間テーブルは各区割りに 4 つの転流時間データが書き込まれた時点で完成となり、各区割り毎の平均転流時間が演算されると共に、総平均転流時間が演算されて転流時間テーブルに書き込まれる。

【0071】エアコンディショナの異常の有無の判定は運転開始時に行われる。この異常判定を図 9 に示すフローチャートにより説明する。マイクロコンピュータ 48

は電源が投入（スタート）されると、運転開始指令が入力されたか否かを常時監視する状態となる（ステップST1）。そして、操作部44により運転開始操作がなされると、室内機42のマイクロコンピュータ43から運転開始指令が与えられるため、ステップST1で「YES（運転指令有り）」となり、ブラシレスモータ15を始動させる（ステップST2）。

【0072】このとき、マイクロコンピュータ48はブラシレスモータ15の回転数を10 rpsの一定回転数に制御すべく図7のフローチャートによる動作を実行して信号Sdをパルス幅変調回路23に与える（ステップST3）と共に、図8のフローチャートによる動作を実行してブラシレスモータ15の制御を行う。ブラシレスモータ46の回転数が10 rpsに達しその回転数に維持されると、マイクロコンピュータ48は転流時間テーブル作成指令を出し（ステップST4）、転流時間テーブル完成を待つ（ステップST5）。

【0073】そして、図6に示すフローチャートのステップS1～ステップS15の繰り返し実行により転流時間テーブルが完成し、その完成フラグがセットされると（ステップST5で「YES」）、この転流時間テーブルにより負荷トルクの大きさ $T_q$ および負荷トルク $T_{qx}$ の変動の大きさを求め、負荷トルクデータとしてメモリに記憶する。この後、負荷トルクの大きさ $T_q$ とその変動の大きさ $T_{qx}$ とを異常判定データテーブルと比較する（ステップST7～9）。

【0074】まず、 $T_q$ が小、 $T_{qx}$ が小で図6の異常領域aに有ればステップST7で「YES」となり、次のステップST10で例えば通電信号Up、Un、Vp、Vn、Wp、Wnおよび選択信号Spをすべてロウレベルにしてブラシレスモータ15を停止させると共に、ステップST11で通信線46を介して室内機42に冷媒通路不良の報知信号を与える。 $T_q$ が小、 $T_{qx}$ が大で図6の異常領域bに有ればステップST8で「YES」となり、次のステップST12でブラシレスモータ15を停止させると共に、ステップST13で通信線46を介して送風装置39、40不良の報知信号を室内機42に与える。更に、 $T_q$ が大、 $T_{qx}$ が大で図6の異常領域cに有ればステップST9で「YES」となり、次のステップST14でブラシレスモータ15を停止させると共に、ステップST15で通信線46を介してコンプレッサ32不良の報知信号を室内機42に与える。

【0075】室内機42のマイクロコンピュータ43はマイクロコンピュータ48から与えられた報知信号に応じ内容の異常表示を表示器45に表示する。ここで、表示器45の表示内容としては、表示器45が例えば3個の発光素子から構成されている場合、そのうちのいずれかを点灯させることで異常内容を表示するもの、表示器45がLCDで構成されている場合、異常内容を文字表

示するもの等が考えられる。

【0076】ステップST7～ステップST9でいずれも「NO」となった場合には、異常なしと判断し、ステップST16の通常制御に移行する。なお、図10は以上説明した転流時間から負荷トルクの大きさ $T_q$ およびその変動の大きさ $T_{qx}$ を判断する場合の作用を示すものであり、負荷トルクが大きい回転位置では転流時間が長く、負荷トルクが小さい回転位置では転流時間は短くなっている。そして、各回転位置での負荷トルクの平均が総平均転流時間 $T_{ave}$ に対応する負荷トルク $T_q$ となり、各回転位置での負荷トルクのうち最大値が最長転流時間に対応する負荷トルクで、最小値が最短転流時間に対応する負荷トルクで両者の差が負荷トルクの変動の大きさ $T_{qx}$ となるものである。

【0077】このように本実施例によれば、各第1の位相区分パターンX1～X6内で生ずる転流時の転流時間 $t_x$ を検出し、その転流時間に基づいて得た負荷トルク情報により負荷トルクの大きさおよび負荷トルクの変動の大きさを判断し、異常を判定する構成であるので、異常判定を早期に且つ精度良く行うことができる。

【0078】また、本実施例では、転流時間 $t_x$ を、ダイオードD1～D6の通電時間を計測することにより検出する構成とし、ダイオードD1～D6が通電状態にあることを、巻線15u、15v、15wの端子電圧Vu、Vv、Vwと基準電圧V0との比較により検出するようにしたので、ダイオードD1～D6の通電状態を検出するための回路が不要となり、転流時間 $t_x$ をマイクロコンピュータプログラムにより計測することができ、転流時間を計測するための構成が簡単となる。

【0079】その上、異常と判定したとき、ブラシレスモータ15を停止するので、異常のまま運転が継続されて無駄な電力を消費したり、他の故障を誘発したりするという不具合を解消することができる。更に、負荷トルクの大きさ $T_q$ とその変動の大きさ $T_{qx}$ とから異常原因を判定し、これを表示器45により報知するので、異常箇所を容易に発見でき、修理に要する時間を短縮できる。

【0080】ところで、上述のようにダイオードD1～D6が通電状態にあることを、巻線15u、15v、15wの端子電圧Vu、Vv、Vwと基準電圧V0との比較により検出する場合、本実施例では、選択信号Spにより正側のトランジスタ7、9、11間で転流が行われるときには負側のトランジスタ8、10、12をPWM信号P1のオンオフモードに従いオンオフ制御すると共に、負側のトランジスタ8、10、12間で転流が行われるときには正側のトランジスタ7、9、11をPWM信号P1のオンオフモードに従いオンオフ制御するように構成したので、PWM制御により巻線15u、15v、15wの電圧制御を行っても、基本波信号Vu<sup>+</sup>、Vv<sup>+</sup>、Vw<sup>+</sup>のレベル変化が実際の転流終了時点と同

期して現れるようになり、この結果、ダイオードD1～D6の通電終了時点を正確に検出でき、転流時間 $T_x$ を正確に計測できる。

【0081】しかしながら、図20に示す従来のインバータ装置のように常に正側のトランジスタ7, 9, 10がPWM信号P1によりオンオフ制御される構成のものでは、負側トランジスタ8, 10, 12のいずれかが通電期間にあるとき、正側トランジスタ7, 9, 11のうち2つのトランジスタ間で転流が行われる場合（図20の第2の位相区分パターンY1, Y3, Y5の終点）、基本波信号 $V_u$ ,  $V_v$ ,  $V_w$ のレベル変化が実際の転流終了時点と一致せず、転流終了時点の検出、ひいては転流時間を正確に計測できない場合が生ずる。

【0082】このことを図17～図19により説明する。すなわち、図17および図18は負側トランジスタ8, 10, 12のいずれかが通電期間にあるとき、正側トランジスタ7, 9, 11のうち2つのトランジスタ間で転流が行われる場合（図20の第2の位相区分パターンY1, Y3, Y5の終点）の一例として、第2の位相区分パターンY3の終点での転流（図11～図13の場合と同じ）を例にとって転流中および転流後の電流経路を示す。なお、転流前の電流経路は図11と同一であるので省略した。

【0083】転流中、PWM信号P1によるトランジスタ9のオン時には、図17(a)に矢印B1で示すように、正側直流電源線5→トランジスタ9→巻線15v→巻線15w→トランジスタ12→負側直流電源線6の経路で新たな電流が流れ始めると共に、巻線15uの蓄積エネルギーの放出による電流が矢印B2で示すように、巻線15u→巻線15w→トランジスタ12→負側直流電源線6→ダイオードD2→巻線15uの経路で流れる（図12(a)と同じ）。PWM信号P1によるトランジスタ12のオフ時には、(b)に矢印B3で示すように、巻線15v, 15wの蓄積エネルギーの放出による電流が巻線15v→巻線15w→トランジスタ12→負側直流電源線6→ダイオードD4→巻線15vの経路で流れると共に、巻線15uの蓄積エネルギーの放出による電流が上記矢印B2と同一の経路で流れる。そして、矢印B2で示す経路を流れる電流は巻線15uの蓄積エネルギーの放出により次第に減少し、その電流がゼロとなったところで転流が終了する。

【0084】転流後は、図18に示すように、PWM信号P1によるトランジスタ12のオン時には、上記矢印B1で示す経路と同じ経路で電流が流れ、PWM信号P1によるトランジスタ12のオフ時には、上記矢印B3で示す経路と同じ経路で電流が流れる。

【0085】このような転流時期におけるPWM信号P1、端子電圧 $V_u$ および基本波信号 $V_u$ を図19に示す。同図において、(a)はPWM信号P1のハイレベル中に転流が終了した場合、(b)はPWM信号P1の

ロウレベル中に転流が終了した場合であり、また図中、 $t_s$ は転流タイミング（転流開始時点）、 $t_e$ は実際の転流終了時点を示す。上記図17からも明らかのように、転流中はPWM信号P1によるトランジスタ9のオンオフとは関係なく常にダイオードD2が導通状態にあるから、端子電圧 $V_u$ は負側直流電源線6の電位となり、基本波信号 $V_u$ はロウレベル状態を維持する。

【0086】そして、PWM信号P1のハイレベル期間（トランジスタ9オン）に転流が終了すると（図19(a)の場合）、図18に矢印B1で示す電流が流れているから、転流終了と同時に端子電圧 $V_u$ は巻線15uの誘起電圧となって基準電圧 $V_0$ 以上に立ち上がるので、基本波信号 $V_u$ はロウレベルからハイレベルに転ずる。従って、計測された転流時間 $T_e$ は実際の転流時間と一致する。しかし、PWM信号P1のロウレベル期間（トランジスタ9オフ）に転流が終了すると（図19(b)の場合）、図18に矢印B3で示す電流が流れダイオードD4が導通状態にあるので、転流が終了しても端子電圧 $V_u$ は負側直流電源線6の電位のままとなり、PWM信号P1がハイレベルに転じて初めて基準電圧 $V_0$ 以上に立ち上がることとなる。このため、計測された転流時間 $T_e$ は実際の転流時間との間に差を生ずることとなる。このようなことは第2の位相区分パターンY1, Y5でも同様に生ずる。

【0087】しかるに、本実施例によれば、転流された正側トランジスタ9はオン状態のままに維持され、負側トランジスタ12がPWM信号P1によりオンオフ制御されるので、図14に示したように、転流終了時点で端子電圧 $V_u$ は常にロウレベルからハイレベルに立ち上がるようになり、転流終了時点を正確に検出でき、ひいては転流時間を正確に計測できるものである。

【0088】また、本実施例では、各第1の位相区分パターンX1～X6の所要時間 $T_b$ を第1のタイマー機能により計測し、この計測時間に基づいてゼロクロス時点から転流タイミングまでの時間を演算し、そしてこの演算された時間を第2のタイマー機能により計測した時点転流タイミングと決定する構成としたので、ゼロクロス時点から転流タイミングまでの時間がロータの回転速度によって異なるという事情があっても、転流タイミングの決定をコンピュータプログラムにより簡単に行うことができる。

【0089】なお、上記実施例では、転流時間を検出するための区割りをブラシレスモータ15の1回転について12にしたが（第1の位相区分パターンX1～X6の2周期分）、1台のブラシレスモータ15により2台の圧縮部33を駆動する場合には、負荷トルクの変動はロータの半回転を1周期として周期的に生ずるから、電圧パターン区は第1の位相区分パターンX1～X6を1周期として6に区割りすれば良い。

【0090】その他、本発明は上記し且つ図面に示す実

施例に限定されるものではなく、次のように変形または拡張することができる。コンパレータ18～20は端子電圧 $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ と基準電圧 $V_0$ とを比較する比較手段として機能するが、これは他の周知の回路に置き換えても良い。分圧抵抗回路16は基準電圧発生手段に相当するものであるが、他の手段に置き換えても良く、また基準電圧としては直流電源回路2の出力電圧の1/2に限られない。

【0091】パルス幅変調回路23は電圧制御手段に相当するものであるが、これはチョップ回路に置き換えても良い。また、インバータ装置47は、エアコンディショナのコンプレッサのモータを制御するインバータ装置に限られるものではなく、モータ制御用のインバータ装置に広く適用できる。

【0092】

【発明の効果】以上説明したように本発明のインバータ装置によれば、転流時のダイオードの通電時間すなわち転流時間を検出し、この転流時間とロータの位置情報とからロータの回転位置に応じた負荷トルク情報を得るので、その負荷トルク情報に基づいて異常を早期に検出することができる。

【0093】また、本発明のインバータ装置では、巻線の端子電圧と基準電圧とを比較し、その比較結果によりロータの位置情報を得る構成とすることにより、位置検出センサを設ける必要がなくなる。また、ダイオードの通電状態を巻線の端子電圧と基準電圧との比較により検出する構成としたことにより、ダイオードの通電状態を検出するための回路を設ける必要がなく、また転流時間を計測するための構成が簡単となる。更に、異常判定手段が異常と判定したとき、モータへの通電を停止する構成とすることにより、異常状態のままモータの運転が継続されることがない。

【0094】従って、上述のようなインバータ装置によりコンプレッサのモータが制御される本発明のエアコンディショナでは、異常を早期に検出できる。また、負荷トルクの大きさと負荷トルクの変動の大きさから、冷媒通路、室内外の熱交換器の送風装置の不良、コンプレッサの不良を判定する構成としたことにより、異常箇所を発見し易くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す回路図

【図2】各部の波形図

【図3】エアコンディショナの室内外機の概略構成図

【図4】巻線印加電圧一定の場合の負荷トルクと転流時間との関係を示す特性図

【図5】回転数一定の場合の負荷トルクと巻線印加電圧との関係を示す特性図

【図6】回転数一定の場合の異常有無と負荷トルクおよびその変動との関係を示す図

【図7】回転数制御の内容を示すフローチャート

【図8】転流タイミング決定、転流時間検出のための制御内容を示すフローチャート

【図9】異常判定のための制御内容を示すフローチャート

【図10】作用説明用図

【図11】転流開始前の電流経路を示す回路図

【図12】転流中の電流経路を示す回路図

【図13】転流終了後の電流経路を示す回路図

【図14】転流時の基本波信号を巻線電圧とPWM信号との関係で示す波形図

【図15】図11とは異なる状態での転流中の電流経路を示す回路図

【図16】図13相当図

【図17】本発明と比較するための図12相当図

【図18】図13相当図

【図19】図14相当図

【図20】従来のインバータ装置を示す図1相当図

【図21】図2相当図

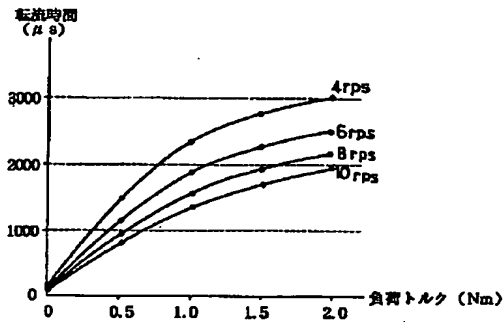
【図22】ブラシレスモータの一つの巻線の端子電圧と電流の波形図

【符号の説明】

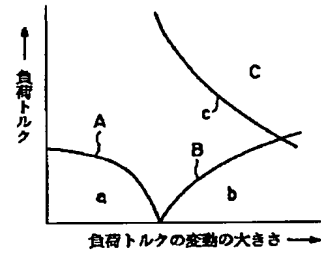
5は正側直流電源線、6は負側直流電源線、7、9、11は正側スイッチング用トランジスタ（正側スイッチング素子）8、10、12は負側スイッチング用トランジスタ（負側スイッチング素子）、13は三相ブリッジ回路（スイッチング回路）、15はブラシレスモータ、15u、15v、15wは巻線、17は位置信号回路（位置検出手段）、23はパルス幅変調回路、31はヒートポンプ、32はコンプレッサ、35は四方弁、36は室内側熱交換器、37は減圧装置、38は室外側熱交換器、45は表示器、47はインバータ装置、48はマイクロコンピュータ（通電信号形成手段、転流時間検出手段、トルク検出手段、異常判定手段）、49はゲート回路（駆動手段）である。



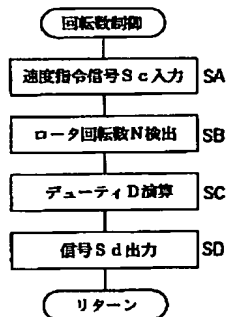
【図 5】



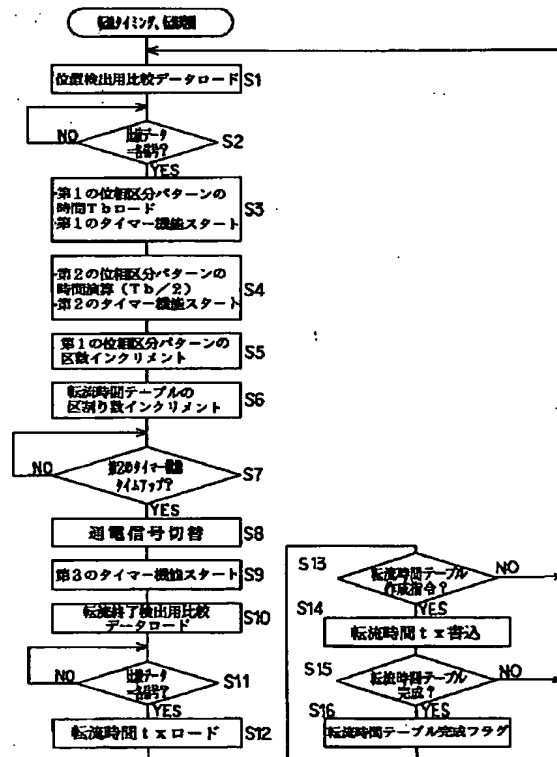
【図 6】



【図 7】

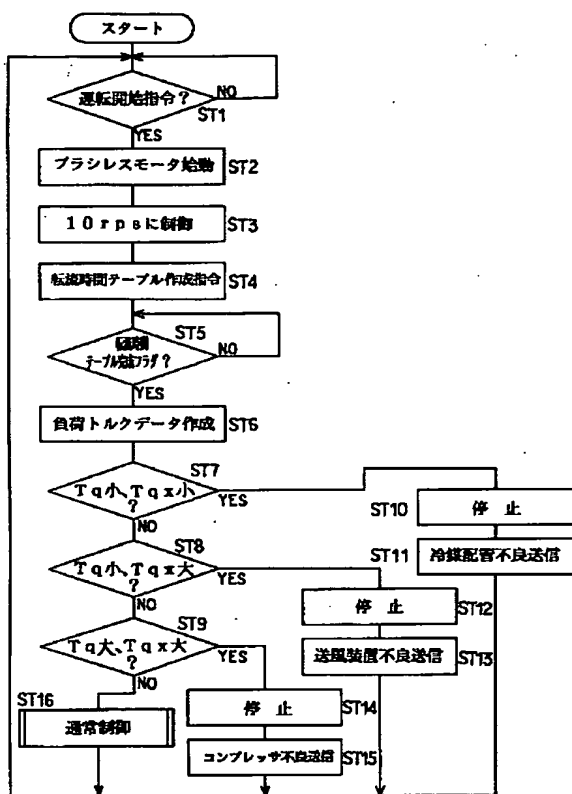


【図 8】

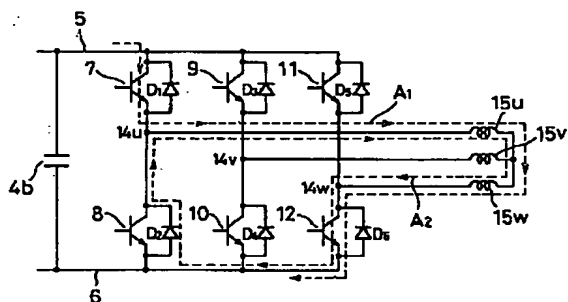




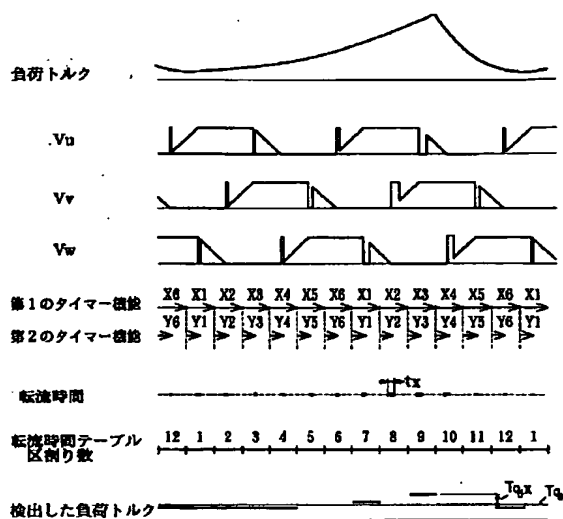
【図 9】



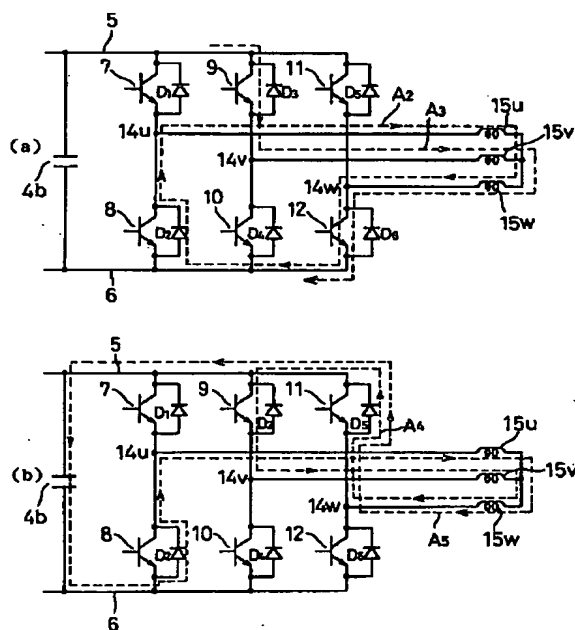
【図 11】



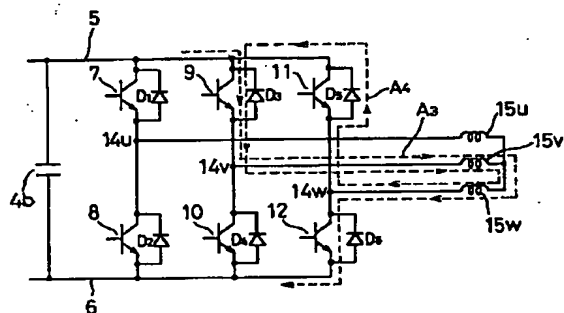
【図 10】



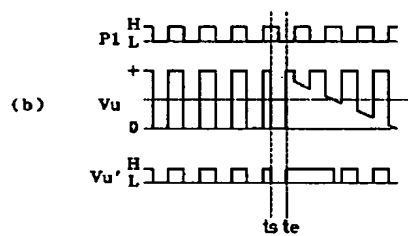
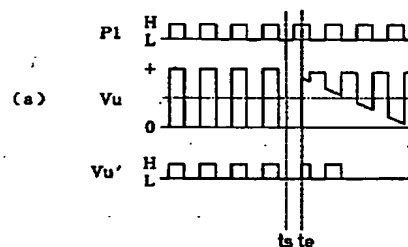
【図 12】



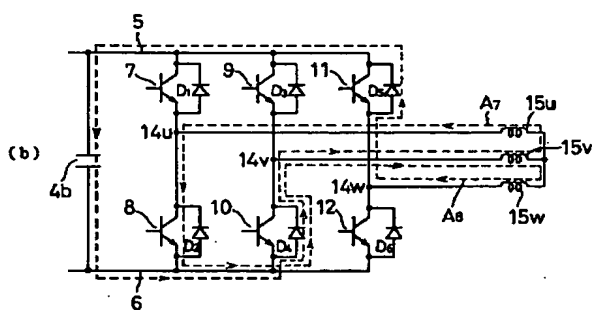
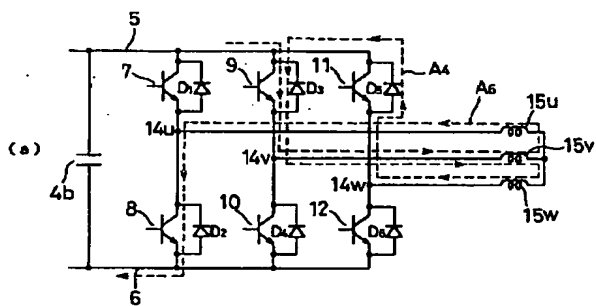
【图 13】



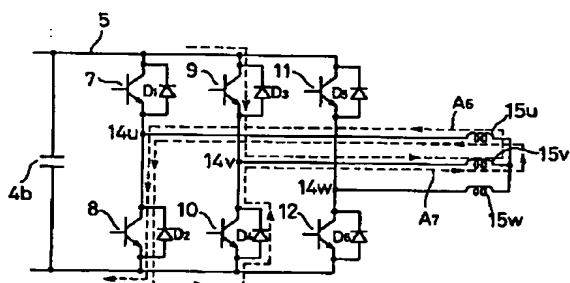
【图 14】



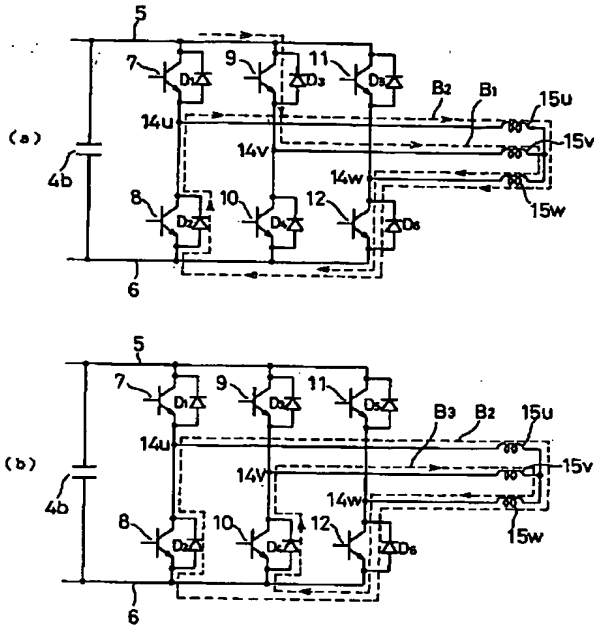
【图 15】



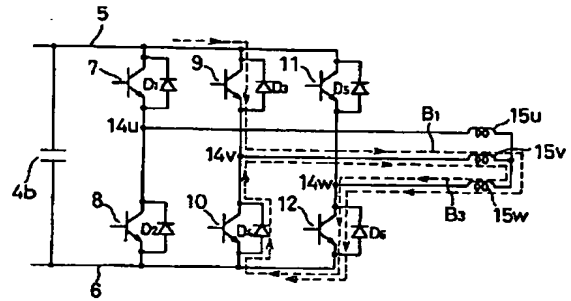
【图 16】



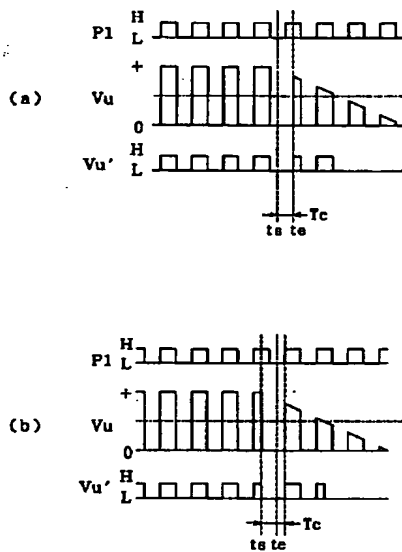
【図17】



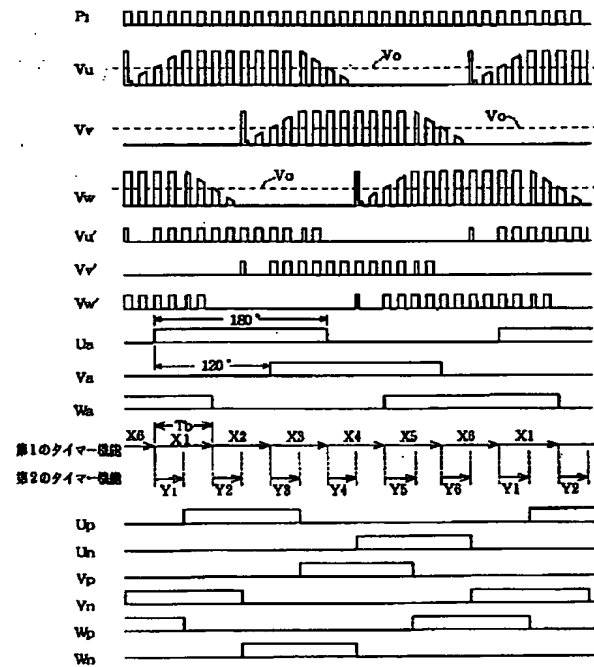
【図18】



【図19】



【図21】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**